哈里斯 FAX 10kW 调频发射机功放电路分析和维护

吴伯锦[1]　刘德喜[2]
（1. 湖北广播电视台随州发射台，湖北 随州 441300；2. 内蒙古额尔古纳市融媒体中心，内蒙古 额尔古纳 022250）

摘　要：本文对哈里斯 Flexiva FAX 10kW 调频发射机原理及功放电路分析，并结合实际工作经验，对该发射机的功放模块出现故障进行分析，认为功放模块电路存在“设计上和焊接工艺缺陷”，笔者单位与哈里斯的中国经销商和售后技术人员进行沟通，并将诉求反馈到美国哈里斯公司，得公司到认可，以类似于“汽车召回”的形式对功放模块进行处理。目前发射机工作近一年了，再没有类似故障出现，工作稳定正常。

关键词：哈里斯（HARRIS）；Flexiva FAX 10kW；功放模块；电路分析　**中图分类号**：TN934.81　**文献标识码**：A
文章编号：1671-0134（2021）02-111-03　**DOI**：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2021.02.033
本文著录格式：吴伯锦，刘德喜 . 哈里斯 FAX 10kW 调频发射机功放电路分析和维护 [J]. 中国传媒科技，2021（02）：111-113.

1. 概 述

Flexiva FAX 系列调频发射机是美国哈里斯公司的新型调频发射机，体积小，重量轻，特别是电源和功放模块体小，便于维护保养，技术指标优良，发射效率高，发射机输出要求冗余量大，工作模式多样，来满足不同广播电视台站工作需求。湖北广播电视台随州发射台于 2013 年 10 月购置安装了两部哈里斯 Flexiva FAX 10kW 风冷式调频发射机，工作比较稳定，直到 2018 年春季有一部发射机的两块功放模块突然出现故障，经过检查发现故障出现在同一个地方面，再分析电路图，推导出功放板焊接工艺缺陷，如果不进行处理，以后还会出现类似故障。[1]

2. 系统原理

如图 1，正常情况下，射频从激励器 A 输出后进入到激励器继电器，在双激励器系统中，当激励器 A 的射频功率低于设定值时，系统控制自动切换到激励器 B，继电器位于系统接口控制模块中。激励器输出功率推动预功放（IPA），经过 IPA 功率放大后，输入到功率分配器，将功率均分到七块功放模块的 14 只功放管的输入端，射频功率经过功放管放大，14 功率合成器将功率合成为 10Kw 输出。激励器继电器与 IPA 中间有个切换控制板，具有 3DB 的隔离度，当检测到 IPA 输出值低于 0.5 V 时，切换控制板负责选择 IPA 内部的另一个功放管工作。IPA 的切换时有两个继电器，一个位于 IPA 的输入端，另一个位于 IPA 的输出端。前后串联方式，当切换时发射机会进入短暂的保护状态，类似于缓冲而不会损坏内部电路。IPA 内的两只功放管只需一只工作，而另一只处于备份状态，通过切换控制两只功放管互为备份。[2]

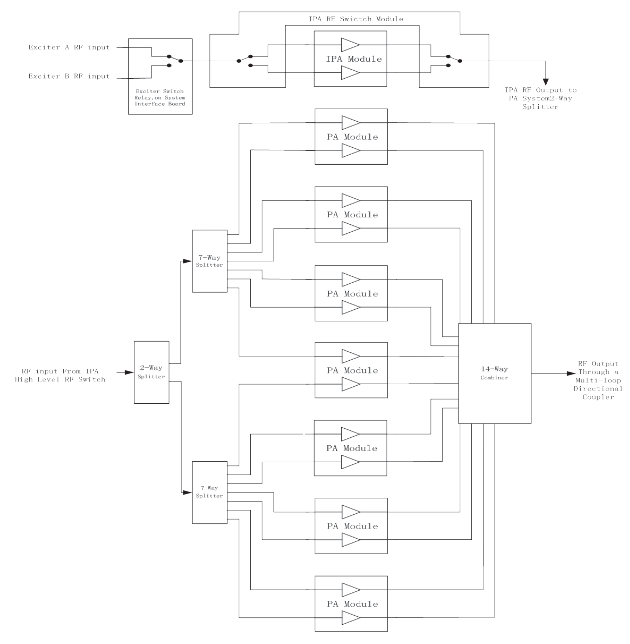


图 1　Flexiva FAX 10kW 调频发射机射频方框图

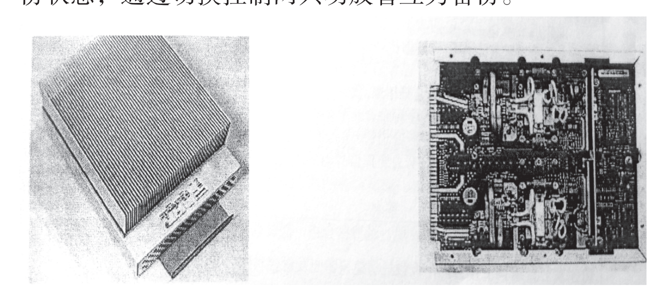


图 2　功放模块和线路板实物图

3. Flexiva FAX 10kW 调频发射机功放模块

Flexiva FAX 10kW 调频发射机共有八块功能一样的功放模块，可以互换，只是一块作为预功放（IPA）使用，另外七块作为末级功放使用，如图 2。每一个功放模块内有两只 MRFE6VP61K25H 场效应管，MRFE6VP61K25H 场效应管的特点有输入和输出，允许宽频率范围利用，允许在 1.8 和 600 MHz 之间使用宽频率范围；设备可以使用单端或推挽式配置；最高可达 50 V_{DD}，特性范围为 30 V 至 50 V，适用于扩展功率范围；适用于具有适当偏置的线性应用，集成 ESD 保护，具有更大的负栅源电压范围；在调频段 87.5MHz-108 MHz 最大输出峰值功率可达 1100W。每只功放管电路设计输出功率在 800 左右。如图 3 功放模块两只功放管是独立输入和输出的。

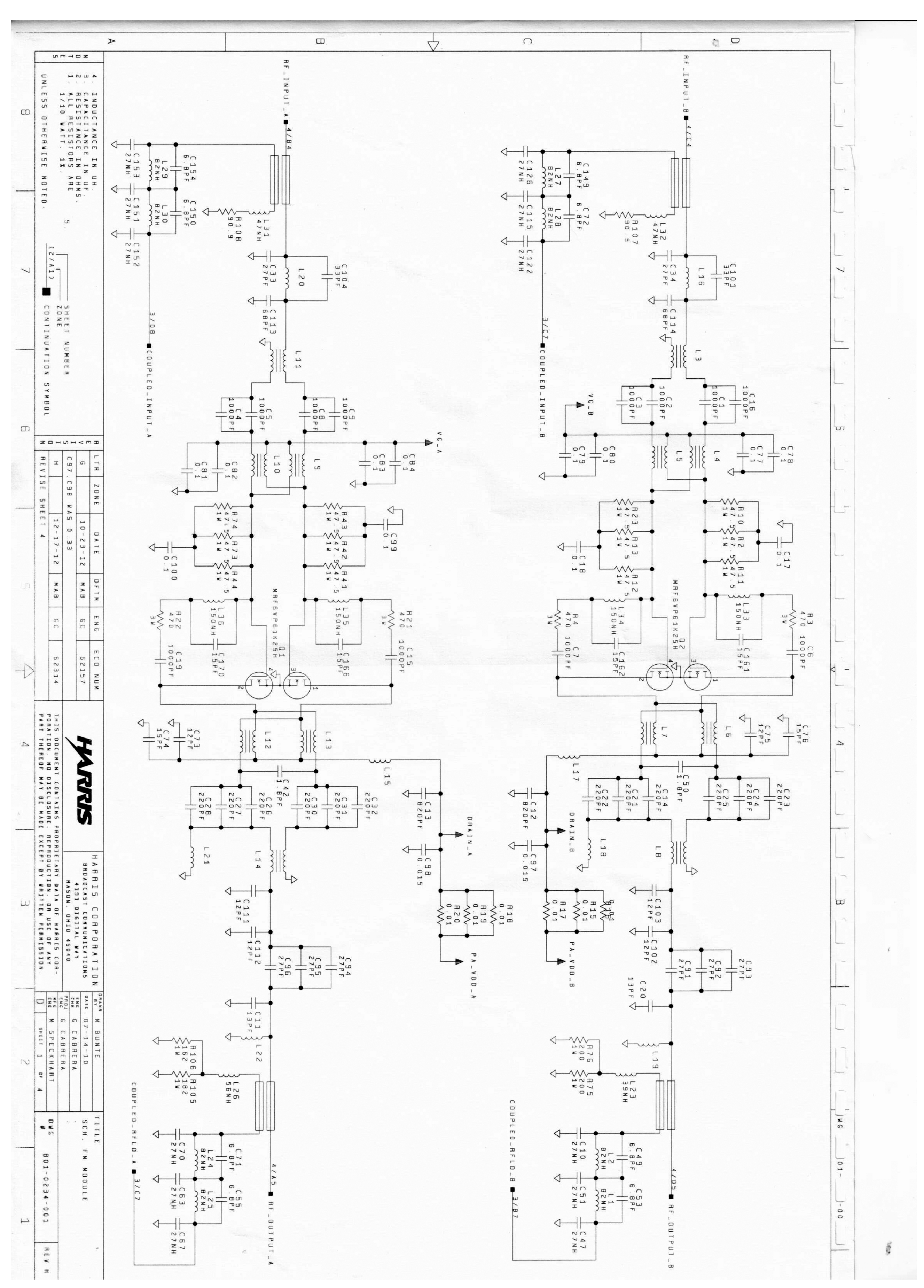

HARRIS CORPORATION
BROADCAST COMMUNICATIONS
SCH. FM MODULE
801-0234-001
RF_INPUT_A
RF_INPUT_B
RF_OUTPUT_A
RF_OUTPUT_B
COUPLED_INPUT_A
COUPLED_INPUT_B
COUPLED_RFLD_A
COUPLED_RFLD_B
PA_VDD_A
PA_VDD_B
DRAIN_A
DRAIN_B
VG_A
VG_B
MRF6VP61K25H

图 3　功放模块电路图

图 4 为 MRFE6VP61K25H 场效应管组成的固态功率放大器电路图，本电路为典型的场效应管推挽功率放大器，也是组成大功率放大器的基本单元。MRFE6VP61K25H 场效应管为推挽型对管，要求平衡输入和平衡输出，电路组成：输入匹配网络，由平衡与不平衡转换电路和输入匹配电路组成；推挽功率放大器；输出匹配网络，由平衡与不平衡转换电路和输出匹配电路组成：偏置电路，用来调节功率放大器的工作点，也就是调节功率放大器的工作类别，由于该大功率管是推挽电路设计，每只单管虽然轮流导通，但总的输出应该很接近于正弦波；直流供电电路等组成。[3]

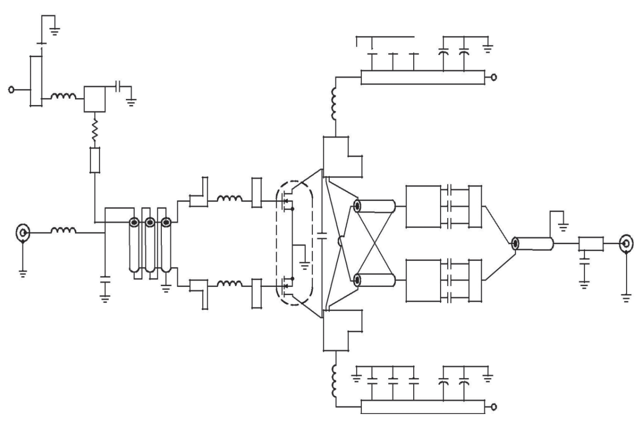


图 4　MRFE6VP61K25H 场效应管组成的功率放大器原理图

图 5，功率管设计输出功率在 800W 以上，而 MRFE6VP61K25H 管为对管，两对管输出功率各在 400W 以上，从电路图分析，功率管输出与平衡与不平衡电路是通过 6 只贴片电容耦合相连的，而通过的电流达 25A 左右，6 只 C26、C27、C28、C30、C31、C32 贴片电容输入端、输出端与线路板焊点小焊接面比较薄，功率管高功率大电流通过时，此处容易发热，长时间工作会造成烧坏线路板的故障。我台在哈里斯发射机工作期间，突然有两块功放中的一只功率管无输出，经检查发现一块功放模块中的一只功率管的 C26、C27、C28、C30、C31、C32 电容输入端和输出端烧坏，线路板损坏不大；而另一块功放模块中的一只功率管的 C26、C27、C28、C30、C31、C32 电容和线路板全部烧坏，无法修复。我们经过认真分析电路研讨，认为此电路板设计上和焊接工艺存在缺陷，如果电路板不进行处理，其他的功放模块还会出现类似故障，将会给我台广播电视安全播出带来极大的安全隐患，同时会造成大的经济损失。我们认为电路板存在设计和焊接工艺缺陷的诉求，及时与哈里斯公司中国经销商和售后技术人员进行了沟通，并将我们的诉求，反馈到美国哈里斯公司，得到公司认可，类似于“汽车召回”的形式对功放模块进行处理。将一块烧坏无法修复的功放块进行免费更换，将另一块损坏的免费进行修复，并将两部发射机所有功放块分批召回处理，将 C26、C27、C28、C30、C31、C32 电容输入输出端的焊点加厚，与电路板焊接面增大。现在发射机工作近一年了，再没有类似故障出现，工作稳定正常。

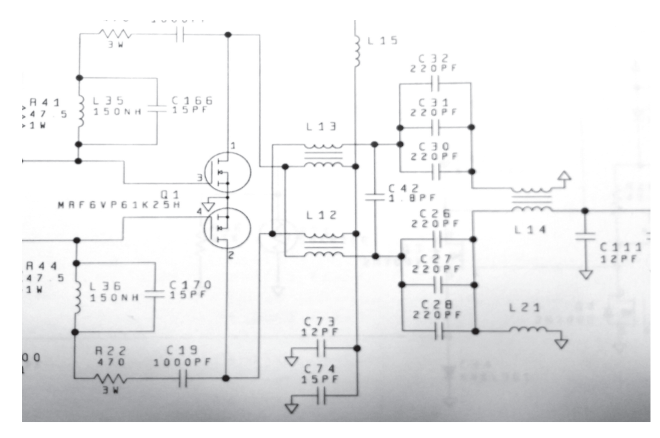


图 5　MRFE6VP61K25H 场效应管电路截图

结语

发射机是广播电视无线台站的重要部分，必须做好日常维护工作，例如，定期的清理工作，对温度、电流、电压进行全面的检测，电源和功放要进行必要除尘工作，注重平时保养是使其良好运行的关键。通过这次功率管输出故障分析和处理，希望对广播电视发射台站有哈里斯 FA X发射机的用户和维护工作者有所帮助。媒

参考文献

[1] 黄海 . 小关发射台 HARRIS FAX10kW 调频发射机风速检测故障分析 [J]. 电子世界，2018（03）：134-135.

[2] 周锟 哈里斯 Flexiva FAX 调频发射机原理及维护 [J]. 山西电子技术，2015（3）：70-72.

[3] 王毅，康浔 . 哈里斯 FA X 10K 调频发射机技术分析 [J]. 西部广播电视，2014（1）：149-151.

作者简介：吴伯锦（1967- ），男，湖北随州，高级工程，研究方向：广电工程。

（责任编辑：胡杨）